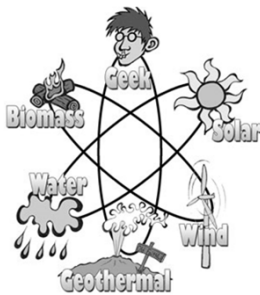


ОБНОВЉИВИ ИЗВОРИ ЕНЕРГИЈЕ (ОИЕ) БИОМАСА - вежбе 2-



Проф. др Драгослава Стојиљковић
др Владимир Јовановић, доцент
др Небојша Манић, доцент

др Иван Божић, доцент

Техничка анализа (ТА)

- појам везан за чврста горива,
- обухвата низ података о гориву који су битни за његову примену,
- због изузетног значаја предмет је стандардизације (ISO 17246:2005),
- заснива се на термичком разлагању чврстог горива.

Подаци техничке анализе

- влага (груба и хигроскопска),
- волатили (гориве испарљиве материје - ГИМ),
- коксни остатак,
- минералне примесе (пепео),
- топлотна моћ (горња и доња),
- понашање пепела на повишеним температурама (топљивост),...

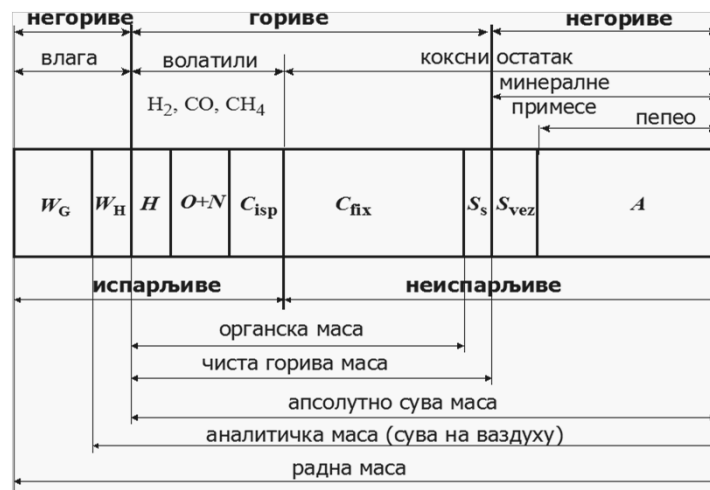
3

Критеријуми за ТА

- горивост:
 - гориве
 - негориве
- испарљивост
 - испарљиве
 - неиспарљиве

4

Графички приказ ТА



5

Елементарна анализа

- састав горива по хемијским елементима који га чине,
- за чврста горива то су:
 - угљеник C,
 - водоник H,
 - сумпор S,
 - азот N,
 - кисеоник O.

6

Математички изрази за различите условне масе

- радна маса (as received)

$$C^r + H^r + O^r + N^r + S_g^r + A^r + W_H^r + W_G^r = 100 \quad [\%]$$

- аналитичка маса (air dry)

- апсолутно сува маса (moisture free)

$$C^s + H^s + O^s + N^s + S_g^s + A^s = 100 \quad [\%]$$

- чиста горива маса (dry ash free)

$$C^g + H^g + O^g + N^g + S_g^g = 100 \quad [\%]$$

7

Коефицијенти за прерачунавање са једне на другу условну масу горива

- са аналитичке на радну масу:

$$X^r = \frac{100 - W_G}{100} \cdot X^a$$

- са радне на аналитичку масу:

$$X^a = \frac{100}{100 - W_G} \cdot X^r$$

- са апсолутно суве на радну масу:

$$X^r = \frac{100 - W_G^r - W_H^r}{100} \cdot X^s$$

- са радне на апсолутно суву масу:

$$X^s = \frac{100}{100 - W_G^r - W_H^r} \cdot X^r$$

8

Коефицијенти за прерачунавање са једне на другу условну масу горива

- са аналитичке на апсолутно суву масу:

$$X^s = \frac{100}{100 - W_H^a} \cdot X^a$$

- са апсолутно суве на аналитичку масу:

$$X^a = \frac{100 - W_H^a}{100} \cdot X^s$$

- са аналитичке на чисту гориву масу:

$$X^g = \frac{100^a}{100 - W_H^a - A^a} \cdot X^a$$

- са чисте гориве на аналитичку масу:

$$X^a = \frac{100 - W_H^a - A^a}{100} \cdot X^g$$

9

Пример табеле са саставима горива

Компонента горива	Условна маса дата текстом задатка (r, a, s, g)	Условна маса на коју се прерачунава (r, a, s, g)
C		
H		
O		
S		
A		
W_H		
W_G		
N		

10

Израчунавање топлотне моћи на основу података елементарне и техничке анализе (VDI образац)

• горња топлотна моћ:

• доња топлотна моћ

$$H_d = 340 \cdot C + 1190 \cdot \left(H - \frac{O}{8} \right) + 93 \cdot S - 25 \cdot W \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$$

11

Шта смо научили?

- техничка анализа (ТА)
- подаци техничке анализе
- критеријуми ТА
- елементарна анализа (ЕА)
- условне масе горива и прерачунавање
- израчунавање топлотне моћи на основу података ЕА и ТА

12

Прорачун количине продуката сагоревања

- Зашто је потребно знати количину продуката сагоревања?
- Одакле почети?
- Којим путем?
- Који су циљеви прорачуна?

13

Зашто је потребно знати количину продуката сагоревања?

- продукти сагоревања су основни извор топлоте у котловима,
- они предају топлоту радним флуидима,
- расположива количина топлоте је непосредно везана за количину продуката сагоревања (и њихову температуру).

14

Одакле почети?

- стехиометријске j-не сагоревања,
- елементарна и техничка анализа.

15

Којим путем?

Теоријски потребна количина кисеоника:

$$O_{\min} = 1,867 \cdot g_C + 5,6 \cdot g_H + 0,7 \cdot g_S - 0,7 g_O \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)$$

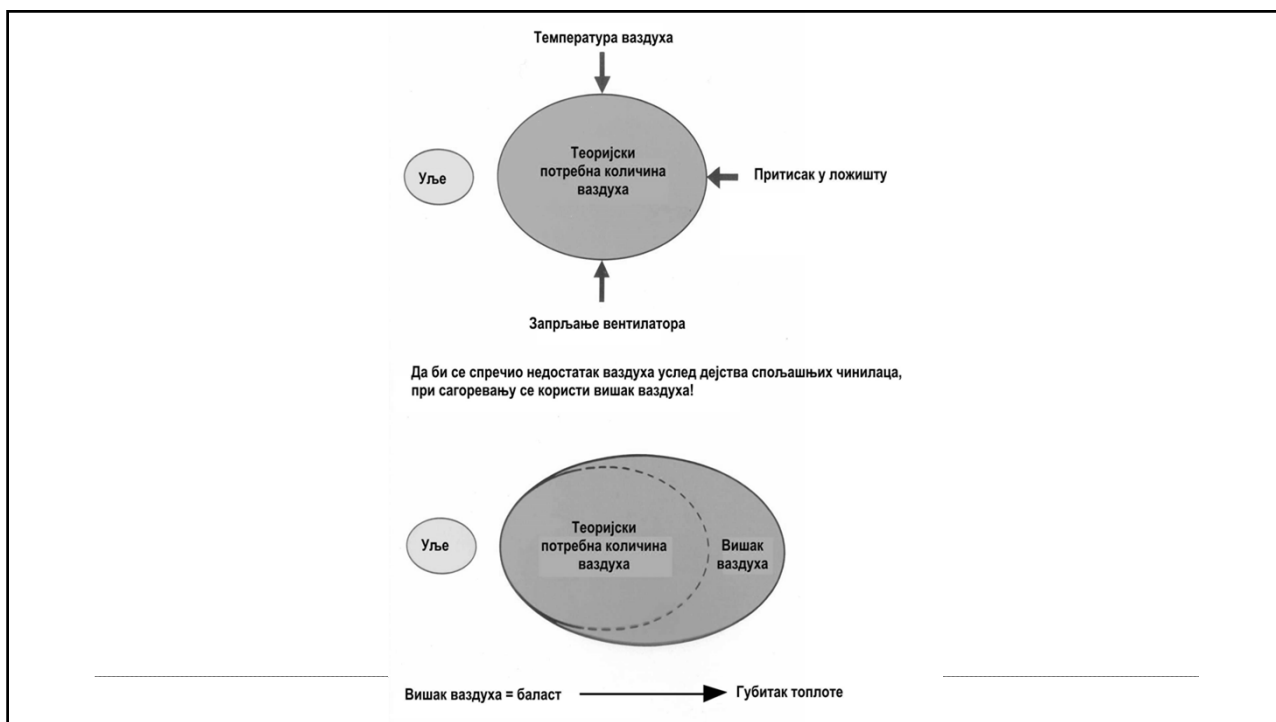
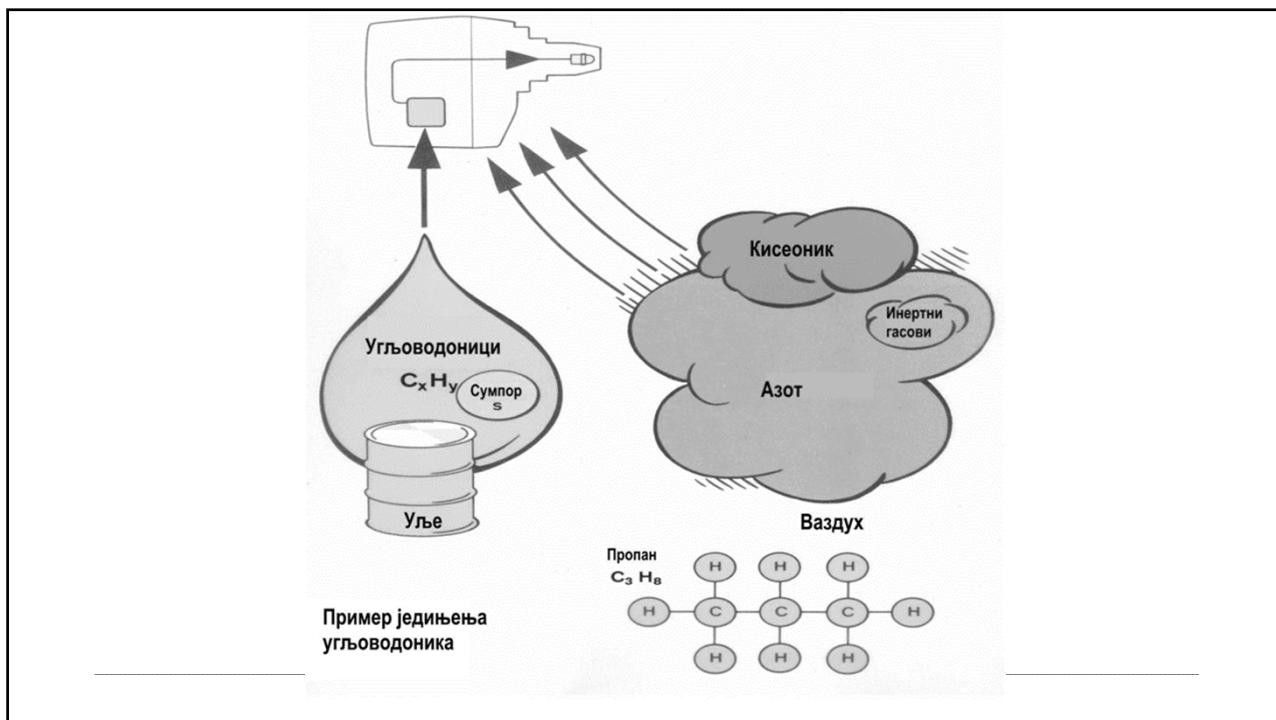
Теоријски потребна количина ваздуха:

$$L_{\min} = \frac{O_{\min}}{0,21} \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)$$

Стварно потребна количина ваздуха:

$$L_{\text{stv}} = \alpha \cdot L_{\min} \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)$$

16

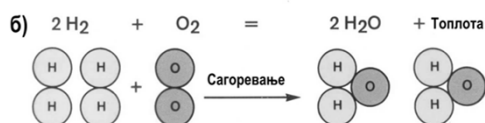


Потпуно сагоревање

а) Угљеник + Кисеоник = Угљен диоксид + Топлота

б) Водоник + Кисеоник = Водена пара + Топлота

в) Сумпор + Кисеоник = Сумпор диоксид + Топлота



Количине продуката сагоревања (правих)

Угљен диоксид:

$$V_{CO_2} = 1,867 \cdot g_C \left(\frac{m^3}{kg} \right)$$

Сумпор диоксид:

$$V_{SO_2} = 0,7 \cdot g_S \left(\frac{m^3}{kg} \right)$$

Водена пара:

$$V_{H_2O} = 11,2 \cdot g_H + 1,24 \cdot g_W \left(\frac{m^3}{kg} \right)$$

Количине продуката сагоревања (неправих)

Кисеоник:

$$V_{O_2} = 0,21 \cdot (\alpha - 1) L_{\min} \quad \left(\frac{m^3}{kg} \right)$$

Азот:

$$V_{N_2} = 0,8 \cdot g_N + 0,79 \cdot L_{stv} \quad \left(\frac{m^3}{kg} \right)$$

21

Количина продуката сагоревања (укупна)

Влажни продукти сагоревања:

$$V_v = V_{CO_2} + V_{SO_2} + V_{O_2} + V_{N_2} + V_{H_2O} \quad \left(\frac{m^3}{kg} \right)$$

Суви продукти сагоревања:

$$V_s = V_{CO_2} + V_{SO_2} + V_{O_2} + V_{N_2} \quad \left(\frac{m^3}{kg} \right)$$

22

Количина продуката сагоревања за горива типа C_mH_n

$$V_{H_2O} = \frac{11,2 \cdot n}{12 \cdot m + n} \left(\frac{m^3}{kg} \right)$$

$$V_{CO_2} = \frac{22,4 \cdot m}{12 \cdot m + n} \left(\frac{m^3}{kg} \right)$$

23

Количина продуката сагоревања за гасовита горива

$$V_{H_2O} = r_{H_2} + r_{H_2O} + \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^n r_i \cdot n_i + r_{H_2S} \left(\frac{m^3}{m^3}, \frac{kmol}{kmol} \right)$$

$$V_{SO_2} = r_{H_2S} \left(\frac{m^3}{m^3}, \frac{kmol}{kmol} \right) \sum_{i=1}^n r_i \cdot m_i \left(\frac{m^3}{m^3}, \frac{kmol}{kmol} \right)$$

$$V_{O_2} = 0,21 \cdot (\alpha - 1) L_{min} \left(\frac{m^3}{m^3}, \frac{kmol}{kmol} \right)$$

$$V_{N_2} = r_{N_2} + 0,79 \cdot L_{stv} \left(\frac{m^3}{m^3}, \frac{kmol}{kmol} \right)$$

24

Састав продуката сагоревања

$$CO_{2v} = \frac{V_{CO_2}}{V_v} \cdot 100 \quad (\% \text{ v/v}) \quad \xrightarrow{\frac{V_v}{V_s} \cdot 100 \quad (\% \text{ v/v})} \quad CO_{2s} = \frac{V_{CO_2}}{V_s} \cdot 100 \quad (\% \text{ v/v})$$

25

Количина и састав п.с.

Састав влажних и сувих продуката сагоревања:

Гас	Количина (m ³ /kg)	Влажни (% v/v)	Суви (% v/v)
CO ₂			
SO ₂			
O ₂			
N ₂			
H ₂ O			

26

Који су циљеви прорачуна?

- димензионисати вентилаторе и канале свежег ваздуха за сагоревање,
- димензионисати вентилаторе и канале димног гаса,
- израчунати температуру сагоревања.

27

Температура сагоревања

- **калориметарска** (највиша, не узимају се у обзир никакви губици),
- **теоријска** (узимају се у обзир само губици услед дисоцијације),
- **стварна** (најнижа, узимају се у обзир сви губици: дисоцијација, размена топлоте са околином, непотпуност сагоревања).

28

Калориметарска температура сагоревања

- израз за калориметарску температуру сагоревања добија се полазећи од 1. закона термодинамике за затворени систем,
- претпоставља се да се сва топлота настала сагоревањем горива преда продуктима сагоревања.

29

Калориметарска температура сагоревања

- то се математички изражава:

- када се овај израз реши по t_s добија се израз за израчунавање температуре сагоревања:

$$t_s = \frac{h_G + L_{stv} \cdot h_{vaz} + H_d}{\sum_{i=1}^k V_i \cdot c_{pmi} \Big|_0^{t_s}} \quad (^\circ\text{C})$$

30

Калориметарска температура сагоревања

- графички начин решавања:

